BEITRÆGE

ZUR

REFLECTORISCHEN HEMMUNG

DER

HERZTHÆTIGKEIT

INAUGURAL-DISSERTATION

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

ALBERT REIFF

cand. med.

STRASSBURG
Buchdruckerei C. Gœller, Magdalenengasse 20
1890.

BEITRÆGE

ZUR

REFLECTORISCHEN HEMMUNG

DER

HERZTHÆTIGKEIT

INAUGURAL-DISSERTATION

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

ALBERT REIFF

cand. med.

STRASSBURG
Buchdruckerei C. Gœller, Magdalenengasse 20
1890.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: Prof. Dr. Goltz.

Historischer Ueberblick.

„Jeder Eindruck, jede Empfindung von einiger Lebhaftigkeit hallt im Herzen wieder und verändert seinen Rhythmus und die Energie seiner Kontraktionen“ (Magendie).

Wovon hängt die Bewegung des Herzens ab?

Diese Frage beschäftigte bereits die alten Philosophen und Physiologen und bildete seit Harvey's Entdeckung vom Kreislaufe den Brennpunkt der physiologischen Forschung.

Die auffallende Erscheinung, dass bei getöteten Tieren eine Zeit lang das Herz noch fortschlägt, dass die Pulsationen andauern, wenn es aus dem Körper entfernt ist, — Cleanthes 300 v. Chr. — konnte den älteren Forschern nicht entgehen. So finden wir denn auch schon früh Erklärungen über die Ursachen der Herzthätigkeit. Die ältesten Philosophen sahen als unerlässliche Lebensbedingung die Wärme an und legten in das Herz eine pulsmachende Kraft, ein concentriertes Feuer, welches diesem Organe die Bewegungen erteile. Diese Lehre, welche uns von Hippokrates in seiner Schrift περὶ καρδίης mitgeteilt wird, fand im 17. Jahrhundert Anhänger in Cartesius, Hogeland und Franciscus de la Boe-Sylvius.

Cartesius [1]) vergleicht sogar den Vorgang bei der Systole in den Herzkammern mit einer Explosion:

„Dubium esse nequit, quin calor cordi inexistat, aperto enim animalis cuiuspiam viventis vel ipsa manu deprehendi potest. Neque vero opus est imaginari hunc calorem diversæ naturæ esse ab alio quovis ex liquoris

cuiuspiam aut fermenti mixtura orto, cuius vi corpus, in quo est, dilatetur.“

Galen[2]), nächst Hippokrates der berühmteste Arzt des Altertums, erklärte das Herz für keinen Muskel, eine irrige Ansicht, die nach Erfindung des Mikroskops vollständig widerlegt wurde. Bemerkenswert aus der Lehre Galen's ist, dass er die Herzthätigkeit als unabhängig von den Nerven darstellt, gestützt auf die Beobachtungen, dass nach Durchschneidung der Herznerven die Pulsation nicht aufhört, ja selbst das herausgeschnittene Herz noch weiter schlage.

Gegenüber dieser Ansicht steht die Lehre von Borelli[3]). Er ist der erste, welcher die Herzthätigkeit von den Nerven ableitet. Das Herz selbst hält er für einen Muskel, der der Willkür nicht unterworfen ist. Borelli nimmt einen succus spirituosus an, welcher während des Lebens unaufhörlich im Gehirne gebildet wird und die Herznervenendigungen berührt und befeuchtet. Dieser Saft fliesst sehr langsam durch die „schwammigen“ Nervenröhren; im Fieber und bei Gemütserregungen ist die Absonderung reichlicher, daher die Vermehrung der Herzschläge. Durch das sehr langsame Fliessen des Nervensaftes durch die Nervenröhren lasse sich auch erklären, wesshalb das ausgeschnittene Herz (Schildkröte) noch weiterschlage, denn die Nervenröhren seien noch von dem succus erfüllt. Würde das bereits stillstehende Herz durch einen Nadelstich oder dergleichen gereizt, so könne es durch peristaltische Zusammenziehung aus den Nervenfasern noch einige Tropfen von dem Safte auspressen. So kann Borelli als Begründer der nervösen Ursachen der Herzthätigkeit angesehen werden, wenn er auch auf keiner anatomischen oder physiologischen Grundlage seine Lehre aufbaute.

Die Theorie, den Grund der Herzthätigkeit in den Nerven zu suchen, schien denn auch in der Folge Boden zu gewinnen durch die Experimente von Willis[4]) und seinem Freunde Lower[5]). So schreibt Willis: Entfernt man das Grosshirn, indem man es scheibenweise abträgt, so ver-

gehen die Sinne, hingegen der Magen, der Darm, das Herz bleiben in Thätigkeit, wenn man aber das kleine Gehirn sticht oder zerschneidet, so verlieren alle Teile, deren Bewegungen rein mechanisch sind, ihre Thätigkeit, und alsbald tritt der Tod ein. Hieraus folgert Willis, die Nerven für die willkürlichen Muskeln haben ihren Ursprung im Grosshirn, die andern im Kleinhirn. Diese Theorie schien sehr plausibel und ward von den damaligen Gelehrten allgemein angenommen. (Dresincourt, Vieussens, Ridley, Bohn, Perrault.) Dass aber der Tod nach Entfernung des Kleinhirns nicht momentan eintritt, zeigten die Versuche von Senac[6]), Haller[8]), Flourens[9]) und anderen.

So geriet auch diese Lehre ins Schwanken, und es traten neue Ansichten auf. Die Ganglien, an denen das sympathische Geflecht so reich ist, hatte man bisher nicht gewürdigt. Lancisius[10]) (Ende des 17. Jahrhunderts) schreibt ihnen zuerst eine Bedeutung zu und hält sie gleichsam für Reservoirs der Nervengeister, welche aus dem Gehirn ausfliessen. Winslow[11]) nennt sodann in seiner Anatomie die Ganglien kleine Gehirne: „Ces tumeurs Ganglioformes, ou Ganglions, diffèrent plus ou moins en volume, en couleur et en consistance, et on les peut regarder comme autant d'origines de cette grande paire de nerfs sympathiques et par conséquent comme autant de petits cerveaux.“ Weiter ausgebildet ward diese Ansicht von Johnstone, Bischat, Reil, Helmholtz, Will, Hannover, Koelliker, Volkmann.

Haller, wie bereits oben erwähnt, fand, dass Tiere, denen grössere Wunden in das Kleinhirn beigebracht wurden, noch 24 Stunden am Leben blieben, ferner dass Durchschneidung oder Reizung des Nervus Vagus auf die Herzbewegung keinen Einfluss habe. Diese Beobachtungen veranlassten Haller, die Bewegungen des Herzens als unabhängig von der Nervenkraft darzustellen und zu behaupten, dass der Grund der Bewegung in der Irritabilität beruhe, die allen Muskeln eigen sei, in besonders hohem

Grade aber dem Herzen. Schon ältere Forscher hatten gefunden, dass das stillstehende Herz durch äussere Reize vorübergehend zur Thätigkeit gebracht werden kann. So war bekannt, dass Nadelstiche, (Galen) Kochsalz (Oeder), heisses Wasser (Woodward) und andere Reizungen Kontraktionen des stillstehenden Herzens hervorriefen. Haller experimentierte an Hunden und reizte die inneren Herzwandungen. Durch eingeblasene Luft oder Flüssigkeiten von ähnlicher Consistenz rief er dauernde Kontraktionen hervor — in einem Falle dauerte das Schlagen 7 Stunden —. Haller schloss aus diesen Versuchen, dass es nur eines „Stimulus" bedürfe, dessen Anwesenheit respektive Abwesenheit die Zusammenziehungen und Erschlaffungen verursache. Diesen „Stimulus" legte Haller in die Berührung des Blutes mit der Innenfläche des Herzens. Angedeutet ist diese Lehre, die nach Hallers eigener Aussage nicht ganz neu ist, in den Werken von Senac[7]): „Die Herzbewegung ist eine Muskelbewegung, die Ursache, welche die Muskeln in Bewegung setzt, ist in den Nerven verborgen. In den Nervis Cardiacis ist das belebende Agens enthalten. Aber dieses bedarf, soll es nicht in Unthätigkeit verfallen, eines fremden Reizes. Diesen gewährt das Blut, welches an die innere Fläche der Vorhöfe und Kammern anstosst und dadurch in dem Gewebe der Fasern eine Reizung hervorruft. Alle Teile des Herzens sind sehr reizbar, die geringsten Eindrücke, der Dunst, die Wärme des Blutes reizen die Fasern, diese ziehen sich zusammen. Woher diese hohe Empfindlichkeit komme, ist unbekannt, — ob es die Nerven oder die Fasern des Herzens bewirken."

Die Haller'sche Lehre blieb lange die allgemeinherrschende, wenn sie auch schon bald Gegner fand, unter denen vorzüglich Legallois[12]) zu erwähnen ist. Zerstörte er bei jungen Kaninchen nach Abschneidung des Kopfes mit einem eisernen Stabe das Lendenmark, so hatte dies nur wenig Einfluss auf den Herzschlag, grösser war derselbe nach Vernichtung des Dorsalmarkes, am stärksten

nach der des Halsmarks. Wurde die Zerstörung des ganzen Rückenmarks zugleich vorgenommen, so trat sogleich undeutlicher Herzschlag auf, und konnte derselbe auch durch künstliche Atmung nicht wieder hergestellt werden. Legallois schliesst hieraus, das ganze Rückenmark hat Einfluss auf das Herz, und wird derselbe durch den Sympathikus vermittelt. Die Pulsationen sind unabhängig von dem Gehirn und der Muskelirritabilität. Die Gegner von Legallois wiesen zunächst auf die längst bekannte Thatsache hin, dass das ausgeschnittene Herz weiter pulsiere. Dann zeigte Wilson[13]), dass der Herzschlag nicht gestört werde, wenn man sich eines dünnen Drahtes bediene oder wenn man das ganze Rückenmark ausschneide. Clift[14]), welcher an Karpfen Gehirn und Rückenmark zerstörte, sah den Herzschlag ohne Veränderung 3 Stunden fortdauern und nach 41 Stunden aufhören. Hierher gehören auch Versuche von Treviranus, Mayer, Flourens[15]), Baumgaertner, Brachet, Bidder.

Zahlreiche Experimente wurden angestellt, um die Wirkung chemischer, mechanischer und elektrischer Reize auf Gehirn, Rückenmark und Herznerven festzustellen. Die Forscher kamen zu den widersprechendsten Resultaten. So sah Wilson eine Beschleunigung der Herzaktion bei Kaninchen, wenn Weingeist, Opiumtinktur oder Tabaksaufguss auf Gehirn oder Rückenmark gebracht wurde.

Behrends, Fontana, Volta, Valli, Treviranus, Senac, Spallanzani, Bichat sahen keine Wirkungen auf das Herz. Entgegengesetzte Erfahrungen machten Pfaff und Grapengiesser. A. v. Humboldt[16]) sah bei Füchsen und Kaninchen durch elektrische Reizung die Pulsationen des Herzens häufiger und kräftiger werden. Fowler brachte das ruhende Herz bei Katzen und Fröschen wieder zur Thätigkeit durch galvanische Reize.

Auf Reizung des Vagus trat nach Valentin und Longet[17]) bei Säugetieren Vermehrung der Herzschläge ein; nach Volkmann und Budge[18]) bei Fröschen, deren Pulsationen kurz vorher aufgehört hatten. Bei durch-

schnittenen Vagis erhielten dasselbe Resultat Petit und Mayer.

Nach Reizung der Medulla oblongata sahen keine Wirkung Haller, Spallanzani, Fontana, Bichat, Stilling, Volkmann, Bidder; anderseits hatten Wilson, Longet, Budge, Valentin immer Erfolg.

Sehr bemerkenswert sind über diese Versuche die Worte von Budge[19]):

„Es muss hier etwas Verborgenes noch mitwirken, was die Reinheit des Resultates trübt. Jeder Versuch, der nicht immer denselben Erfolg hat, wenn er unter denselben Umständen angestellt wird, ist unvollendet und lässt noch so vielen Zweifeln und Widersprüchen Raum, dass der Unbefangene ungern den daraus gezogenen Schlüssen folgt. Aber nichtsdestoweniger soll man in so schwierigen Stücken solche Versuche nicht aus dem Gebiete der Wissenschaft vertreiben, sie bilden oft die Grundsteine zu besseren. Wie in der Geschichte der Menschheit eine einzige Erfahrung nach hundertfältigen Abwegen und durch Ströme von Blut, das unnütz vergossen erscheint, erkauft wird, so geht auch die Forschung auf sehr gekrümmten Wegen, welche häufig genug mit unnützem Blute getränkt sind, ihrem Ziele entgegen."

Es dürfte nicht fern liegen, obigen Versuchen noch eine Mitteilung Breventani's[20]) anzureihen, welcher einen pathologischen Nachweis über den Einfluss des Vagus auf die Bewegungen des Herzens bringt. Eine Patientin, die unter merkwürdigen Symptomen erkrankte, zeigte eine ausserordentliche Verlangsamung des Pulses. Die auskultatorischen und perkussorischen Phänomene hätten entschieden für Beschleunigung sprechen müssen. — Der Leichenbefund ergab starke Verwachsungen des Vagus mit den Bronchialdrüsen und Kalkablagerung an dieser Stelle, infolge deren der Vagus grossem Druck ausgesetzt war. Breventani führt die Verlangsamung auf die Zerrung des Vagus zurück.

Eine neue Aera auf dem Gebiete von der Lehre der Herzbewegung brach an mit der Entdeckung seitens der Gebrüder Eduard und Ernst Heinrich Weber[21]). Dieselben teilten im Jahre 1848 auf einer Versammlung italienischer Naturforscher mit: „Dass die galvanomagnetische Reizung desjenigen Teiles des Gehirns, von welchem die Vagi entspringen oder der Vagi selbst, das Herz in Erschlaffung versetzt, das Tempo der rhythmischen Bewegung des Herzens verlangsamt und sogar das Herz zum Stillstand bringt, dass dagegen die gleiche Erregung der an der Aorta-Zwiebel gelegenen sympathischen Geflechte die Bewegung wieder erweckt, beschleunigt und verstärkt.“ Die Thatsache, dass galvanische Reizung eines Nervenpaares keine Kontraktion, sondern Erschlaffung der Muskelfasern verursacht, war ein unerwarteter Befund. Die Erklärung gab Goltz, der den Vagus als „intercentralen Nerv“ auffasst, welcher Erregungen vermittelt zwischen Medulla oblongata und den nervösen Herzcentren. Die Herzcentren sind nach den Gebrüdern Weber automatischer Natur, in deren Thätigkeit durch „Vagusreiz eine Hemmung gesetzt wird.“ Mit einem Worte wird dies als die „Hemmungstheorie“ der Gebrüder Weber bezeichnet.

Budge[22]) veröffentlichte gleichzeitig und unabhängig von den Gebrüdern Weber seine Versuche. — aber mit anderer Erklärung. „Wird das verlängerte Mark eines Frosches in die Kette eines durch einen magneto-elektrischen Rotationsapparat entwickelten elektrischen Stromes genommen, so steht im Momente, in welchem die Drehung beginnt, das Herz still, und im ganzen Körper entsteht der heftigste Tetanus respektive Opisthotonus.“ Im weiteren Verlaufe der Abhandlung wirft dann Budge die Frage auf: „Ist der Stillstand ein scheinbarer, oder ist er ein wirklicher?“ Unter scheinbarem Stillstand versteht er einen solchen, der infolge einer sehr grossen Menge von kleinen Bewegungen hervorgebracht wird, so dass man diese nicht mehr wahrnehmen kann. Mit anderen Worten, der Herzpuls ist ein „frequentissimus omnium“. Budge

kommt schliesslich zu dem Resultate, das Herz befindet sich in Kontraktion, die Bewegungen sind überaus frequent, so dass man sie nicht sehen und zählen kann und reichen wegen ihrer Kleinheit nicht aus, das Blut auszutreiben.

Alsbald nach Veröffentlichung der Arbeiten der Gebrüder Weber überzeugte sich Budge, dass das Herz in Diastole ruhe, doch bezeichnet er den Vagus als motorischen Herznerv — durch grössere Reizbarkeit als andere Nerven ausgezeichnet — dessen Reizung „durch Erschöpfung" eine Lähmung des Herzens erzeugt.

Zu dieser Zeit ward noch die Ganglienfrage vielfach diskutiert. Bichat[23]), der das Leben in ein vegetatives und animales einteilte, stellte den Satz auf, dass das Gehirn und Rückenmark das vegetative Leben und namentlich nicht das Herz direkt beeinflusse, sondern dass dieses von den Ganglien beherrscht würde. Im Sympathicus sind nach seiner Ansicht viele kleine Nervensysteme, unabhängig von einander, vorhanden, von denen ein jedes ein Ganglion als Centralorgan besitzt. — Die centrale Natur der Ganglien ward in der Folge von vielen Forschern acceptiert, obwohl sie mit Sicherheit keineswegs nachgewiesen war. Namentlich Joh. Müller[24]), der zwar im Gegensatz zu Bichat einen Kontakt zwischen Sympathicus und cerebrospinalen Fasern lehrte, verlangte geradezu schon vom Standpunkte der einfachen Ueberlegung aus für die Ganglien eine wichtigere Rolle, als dass man sie nur als Einlagerungen zwischen den Nervenfasern betrachtete. Nach seiner Ansicht scheint die Fähigkeit des Nervus Sympathicus, periodische Bewegungen des Herzens hervorzubringen, nicht nur den grossen Ganglien, sondern seinen kleinsten Teilen noch zuzukommen, welche sich innerhalb der Organe verzweigen.

Volkmann und die Gebrüder Weber fassten ebenfalls die Ganglien als Centralorgane auf.

Schiff[25]), welcher der Ansicht von Budge huldigte, veröffentlichte (Februar 1851) eine Reihe von Versuchen, in welchen er nach elektromagnetischer Reizung Ver-

mehrung der Pulsschläge eintreten sah. (Anfangs arbeitete er mit dem Neff'schen Elektromotor, später mit dem Dubois-Reymond'schen Schlittenapparate).

Diesen Versuchen widersprach Pflüger[26]), und es wurde ein langer Kampf geführt: auf der einen Seite Schiff[27]), Moleschott[28]), Hufschmid[29]), auf der andern von Bezold[30]), Rosenthal[31]), Brown-Sequard[32]), Eckhard[33]) und vor allen Pflüger[34]).

Letzterer ging sogar soweit, dass er behauptete, der normale Vagus bei normalem Tier kann durch keine Stromstärke, mag sie schwach oder stark sein, so gereizt werden, dass die Häufigkeit der Pulsationen zunimmt.

Bei Tieren, die durch Atropin vergiftet waren, sah Schiff[35]) 1865 und später Rutherford, Keuchel, Schmiedeberg[36]) bei Vagusreizung ebenfalls Beschleunigung der Herzaktion. Wichtiger aber als diese Thatsache war die Entdeckung Traubardt's[37]) unter Schmiedeberg's Leitung, dass Nikotin desgleichen eine Beschleunigung hervorruft, was Schmiedeberg sehr hervorhebt, zumal da Traube[38]) früher gefunden, dass Nikotin in geringen Gaben zunächst Abnehmen der Pulsfrequenz, dann Stillstand in Diastole und darauf langsam Rückkehr der Herzschläge wie zuvor bewirke.

Diese Versuche veranlassten zu dem Schlusse, dass neben den Hemmungsfasern auch Beschleunigungsfasern zu dem Herzen führen, welche dann in der Folge bei Säugetieren und in der letzten Zeit auch beim Frosche aufgefunden wurden. Inzwischen hatte sich Schiff durch Versuche mit Atropin von den Hemmungsfasern überzeugt und entsagte öffentlich seiner „Erschöpfungstheorie".

Vagus und Herz.

Wie denkt man sich nun die Vaguswirkung auf das Herz?

Vorher sei es gestattet, auf die Herzinnervation des Frosches etwas näher einzugehen.

Der Vagus[39]) verlässt die Schädelhöhle durch das grosse Loch vor dem Hinterhauptscondylus und bildet gleich nach seinem Durchtritt ein Ganglion mit Fasern des Sympathicus. Im weiteren Verlauf entsendet er einen Hautast zum musculus subscapularis, den ramus laryngeus (recurrens Vagi) an der Kreuzungsstelle des Hypoglossus und der Aorta ascendens die rami gastrici, rami pulmonales und den ramus cardiacus. Dieser letztere giebt noch einige Fäden zur Lungenwurzel ab und geht dann eine Anastomose mit dem Aste der andern Seite ein, worauf sie in den Hohlvenensinus gelangen. Innerhalb dessen Wand dicht an den Vagusfasern befindet sich eine grössere Menge von Ganglien, der sogenannte Remak'sche Haufen. Die aus diesem Ganglion austretenden zwei Vagusfasern bilden an der Atrioventrikulargrenze jeder für sich wiederum ein Ganglion, die Bidder'schen Haufen. Von hier lassen sich austretende Fasern nur schwer erkennen und ist bis jetzt noch nicht entschieden, ob es ganglienfreie Teile giebt oder nicht, in der Herzspitze sind sie noch nicht nachgewiesen. Doch, dass die Vagusverzweigungen nicht nur in den Ganglien endigen, sondern auch in den Muskelfasern, dürfte aus Versuchen von Meyer[40]), bestätigt von Schmiedeberg, hervorgehen. Derselbe erhielt nach elektrischer Reizung des Venensinus am nikotinisierten Froschherzen diastolischen Stillstand, während bei Vagusreizung derselbe unterblieb, im Gegenteil Beschleunigung eintrat. Ferner sprechen Versuche von Eckhard[41]) dafür, dass es ausser den Ganglien noch andere Leitungen giebt, welche Vagusreizung fortpflanzen. Zerschneidet man nämlich die beiden Nerven, welche auf der Vorhofscheidewand des Froschherzens ihren Weg nehmen und reizt die Vagi vor ihrem Eintritt in das Herz, so steht, gleichsam als wenn nichts geschehen sei, dennoch das Herz in Diastole still; der Versuch gelingt ebenfalls nach vollständiger Entfernung der Atrioventrikularganglien. Hierher gehören auch die äusserst interessanten Versuche von Engelmann[42]). Zerschneidet man das Herz durch Zickzackschnitte in

einzelne Teilchen, dass zwischen ihnen noch kleine Muskelbrücken bestehen, so zeigen die Teilchen einen ganz regelmässig sich fortpflanzenden Rhythmus der Pulsationen, ganz einerlei, wie die Teilchen in Verbindung stehen. Die Fortpflanzung ist also unabhängig von den Nervenbahnen, von Muskel zu Muskel geht die Erregung weiter.

Doch kehren wir zur Vaguswirkung zurück. „Man nimmt gewöhnlich an, sagt Goltz[43]), dass während der Reizung der Vagi die bewegenden Kräfte des Herzens gleichsam niedergehalten, sich anhäufen und schliesslich wegen ihrer mehr und mehr zunehmenden Machtfülle die Oberhand gewinnen über die von dem Vagus angeregten hemmenden Kräfte." Dafür, dass dem aber nicht so ist, führt Goltz Versuche an. Er lehrt die automatischen Herzcentren als Reflexorgane kennen. Goltz zeigte, dass die Stannius'sche Ligatur wie ein Schnitt wirke, also trennend und nicht nur quetschend. Die Stannius'sche[44]) Ligatur besagt: Umschnürt man eine beliebige Stelle der Vorhöfe, so steht der abgetrennte Vorhofsteil mit Ventrikel in Diastole dauernd still. Abschnürung an der Ventrikulargrenze versetzt den ruhenden Ventrikel in erneute Thätigkeit. Dass der Zustand aber kein dauernder ist, — im Durchschnitt hält er 5—10 Minuten an — zeigte zuerst Volkmann. Den Vorgang bei der Ligatur fasste man als kräftigen Reiz auf, hervorgerufen durch Quetschung der Vagusfasern. Die zweite Stannius'sche Ligatur sollte die automatischen Centren reizen und so die Kontraktionen des Ventrikels hervorrufen.

Für die Unhaltbarkeit des Reizes infolge Vagusquetschung führt Goltz[45]) drei schwerwiegende Gründe an: 1. Durch Umschnürung der Vagi ist es zweifelhaft, ob je einmal das Herz zum Stillstand gekommen ist; 2. eine so lange Dauer ist durch Vagusreiz nie erzeugt worden; 3. wirkt die Ligatur reizend, so müssen andere Reize dieselben Wirkungen hervorbringen.

Die abgeschnürte Vorkammer ruht also in Diastole, die abgeschnittene schlägt weiter. Dies führt Goltz auf den

Umstand zurück, dass sich beide nicht unter gleichen Bedingungen befinden, indem die abgeschnittene Vorkammer mit der Schnittfläche dem Reize der Luft ausgesetzt sei. Dies sucht Goltz zu verhindern: „Trennt man unter Oel das ganze Froschherz oder einen Teil desselben, sei es durch Schnitt, sei es durch die Ligatur, von dem übrigen Tierleibe los, so bleibt das abgetrennte Herz unter Umständen für immer in der Diastole regungslos liegen. Die Annahme von wirklich automatischen, in der Herzwand wirksamen Kräften, ist unstatthaft, weil sie ihre Wirksamkeit plötzlich und für immer einbüssen können durch einen Akt, welcher sie nachweislich weder vernichtet noch auch nur dauernd an Thätigkeitsäusserungen hindern kann. Die Ganglien stellen ihre Thätigkeit ein, sobald es gelingt, sie vor der Einwirkung von Reizen zu bergen. Wir müssen sie als eigenthümliche reflektorische Centralorgane betrachten, denn sie sind imstande, auf mechanische, elektrische Reize, Luftreize u.s.w., eine Reihe rhythmischer, wohlgeordneter Pulsationen anzuregen. Hiermit sind natürlich auch die sogenannten, hemmenden Centralorgane aus dem Ventrikel und Vorhof verbannt. Weshalb die abgeschnittene Vorkammer weiterschlägt, die abgeschnürte nicht, dürfte aus den Versuchen von Goltz zur Genüge hervorgegangen sein. Eine weitere Stütze für denselben resp. einen neuen Beweis bringen wir in unserem Versuch. Trennen wir durch eine Ligatur den Vorhof, wie Stannius angegeben, so steht derselbe sammt Ventrikel still, auf leichten Reiz antwortet er mit einmaliger Kontraktion. Schneiden wir nun durch ziemlich oberflächlichen aber scharfen Schnitt ein Scheibchen aus der Herzkammer, so beginnen aufs neue die Kontraktionen. Das Auftreten der Pulsationen dürfte auf den an der entblössten Stelle einwirkenden Luftreiz zurückzuführen sein. Auch machten wir die Beobachtung, dass die abgeschnürte Herzkammer noch mit Ligatur versehen — dicht über der Ligatur abgetrennt, wenn sie zum Stillstand gekommen war, durch Abtragung eines Scheibchens aus der Herzwand, wieder

zur Pulsation gebracht werden konnte, und möchten wir in diesem Falle ebenfalls den Luftreiz beschuldigen.

Die reflectorischen Herzcentern sind allgemein anerkannt, ebenso in der Medulla oblongata ein Hemmungscentrum — vielleicht automatischer Natur — der strikte Beweis hierfür ist noch nicht erbracht.

Der Goltz'sche Klopfversuch und seine Modifikationen.

Nicht nur die Erregung von Nerven, welche zum Herzen führen, hat Einfluss auf die Herzthätigkeit, sondern auch die solcher Nerven, von denen keine direkten Beziehungen respektive Verbindungen mit dem Herzen nachgewiesen werden können. Die Art und Weise, wie dies statt hat, denkt man sich so, dass der Reiz des betreffenden sensiblen Nerven zum Rückenmark bezüglich zur Medulla oblongata — centripetal — geleitet wird und von dort durch den Vagus — centrifugal — auf das Herz, mit andern Worten ein reflektorischer Vorgang.

Hierhin gehört in erster Linie der berühmte Goltz'sche [46]) Klopfversuch, welcher lautet:

„Bei einem mittelgrossen Exemplar von Rana esculenta lege ich mit sorgfältiger Schonung des Herzbeutels, die Herzgegend durch Ausschneiden eines kleinen Fensters frei. Man sieht das Herz durch den dünnen Herzbeutel hindurch pulsieren. Nach einer Weile klopfe ich dem Tiere mit einem Pflasterspatel oder ähnlichen Instrumente etwa 140 Male in der Minute mittelst rotierender Handbewegung mässig derb gegen den Bauch ohne das Herz selbst

zu treffen. Alsbald verlangsamt sich der Herzschlag, und fährt man mit den Hieben ununterbrochen fort, so steht endlich das Herz in Diastole für einige Zeit vollständig still. Sobald man mit dem Klopfen aufgehört hat, steht das Herz noch ein Weilchen still und fängt dann zuerst langsamer, dann immer schneller wieder an zu schlagen. Einige Zeit nach dem Versuche klopft es dann um 5 Schläge in der Minute schneller als vor dem Beginne des Versuches. Man kann den Versuch bei ein und demselben Tiere beliebig oft mit gleichem Erfolge wiederholen."

Dieser Versuch ist äusserst exakt, und trat er unter circa 200 Fröschen, an denen wir ihn immer anstellten, bevor wir andere Experimente an den Fröschen ausführten, nur ein einziges Mal nicht ein. Weder durch schnelles noch mässiges noch ununterbrochenes Tempo konnten wir in dem einen Falle Stillstand erhalten. Ein Grund für diese Erscheinung liess sich nicht finden.

Ein Aufhören des Herzschlages ohne irgend welche Reizung des Vagus oder der Medulla oblongata hatten schon andere Forscher gelegentlich gesehen, so namentlich bei Vivisektionen.

Dies erwähnt Budge [47]), welcher ausserdem noch angiebt, nach Freilegung des Rückenmarks, durch Zerschmettern einer Extremität oder Aufwerfen eines Frosches auf den Boden Herzstillstand erhalten zu haben.

Damit die Ausführung des Klopfversuches gelinge, fand Goltz, dass die Medulla oblongata und ein Teil der Medulla spinalis erhalten bleiben müsse, — das Grosshirn ist also unentbehrlich —. Dies veranlasste Goltz die Ursache der Hemmung im Vagus zu suchen. War diese Deutung richtig, so musste dessen Umschnürung den Klopfversuch vereiteln. Das war denn auch der Fall. Ligatur um einen Vagus gelegt, erschwerte das Zustandekommen des Herzstillstandes, indem stärker und länger geklopft werden musste als vorher. Wurde der Vagus der andern Seite ebenfalls mit einer Ligatur versehen, so pulsierte das Herz ruhig weiter, so lange und so viel auch die Bauch-

hiebe ausgeführt werden mochten. Das ist ein Beweis ad oculos, dass der Vagus die centrifugale Bahn ist.

Wie steht es aber um die centripetale Leitung?

Entfernung der Bauchhaut und der Bauchmuskeln hatten keinen nennenswerten Einfluss auf das Gelingen des Klopfversuches. Mechanische Reizungen derselben waren ohne Erfolg, obwohl man öfters bei Eröffnung der Bauchhöhle Stillstand des Herzens gesehen hat. Also Schläge mit dem Spatel direkt auf den Darmkanal und den Magen bewirkten Aufhören des Herzschlages. Dies veranlasste Goltz zu dem Schlusse: „die Eingeweidenerven sind die centripetale Bahn.“ Durch ihre mechanische Erregung wird ein eigenartiger Reiz durch den Sympathikus der Medulla oblongata übermittelt und von hier durch die Vagi Herzhemmung zu Stande gebracht, also ein „reflektorischer Vorgang“.

Der Herzstillstand wird nicht durch etwaige Commotion bei dem Klopfen hervorgebracht. Auch diesen Umstand hat schon Goltz in seiner Arbeit berücksichtigt. Zwei schwerwiegende Beweise führt er hierfür ins Feld. Erstlich hindert tiefe Chloroformnarkose das Zustandekommen des Klopfversuches – die Medulla oblongata ist unter diesen Verhältnissen für Reflexe nicht empfänglich. — Wartet man bis der Frosch wieder zu sich gekommen, so hat der Klopfversuch seine Geltung. Zweitens versagt er seine Wirkung bei Fröschen, welche mit Curare vergiftet sind, weil es wegen der ihm zukommenden Eigenschaft — Lähmung der motorischen Nervenendigungen — die Vagi gleichsam brach legt.

Durch den Klopfversuch wird indessen nicht nur ein Einfluss auf das Herz ausgeübt, sondern auch die Atmung des Frosches ist gehemmt. Ja, man kann einen Frosch in einen scheintoten Zustand versetzen, indem man nach dem Vorgange von Goltz folgendermassen verfährt. Nimmt man einen Frosch, an dem der Klopfversuch bereits einige Male ausgeführt ist, an den Beinen in die linke Hand, so kann man das sich sträubende Tier durch ununterbrochene Hiebe auf den Bauch in einen derartigen Zustand bringen,

dass es sich, auf den Rücken gelegt, von einem eben getöteten nicht unterscheidet. Die Beine liegen schlaff da, — nach einiger Zeit erholt es sich und wird wieder munter. Wir fanden, dass man durch kalte Uebergiessungen diese „Ohnmacht“ abkürzen kann.

Durch Reizung der sensiblen Nervenstämmchen — der Mesenterialnerven — erhielt Goltz weder durch Induktionsströme noch durch Anwendung des Tetanomotors von Heidenhain ein sicheres Ergebnis.

Etwa zur selben Zeit und unabhängig von Goltz teilte Heinemann[48]) mit, dass man durch Kneifen mit einer Pincette oder durch Streichen des Magens oder Darms mit einem Schwämmchen, durch mechanische Reizung der Leber und Ovarien Verlangsamung des Herzschlags und schliesslich Stillstand erhalten könne.

In der Folge geschahen dann weitere Mitteilungen von Bernstein[49]) und Paolini[50]), welche als Bestätigung der oben angeführten Versuche zu betrachten sind.

Um dies gleich hier zu erledigen, sei bemerkt, dass wir uns mit einem Versuche von Bernstein in seiner Schlussfolgerung Nr. 6 nicht ganz einverstanden erklären können. Bernstein[51]) sagt: „Durchschneidet man den Sympathikus beiderseits da, wo er zur Aorta abdominalis tritt, trennt man seine Verbindungszweige zum 5. und 6. Spinalnerven ohne die Eingeweide zu entfernen, so hat der Goltz'sche Klopfversuch keinen Erfolg mehr.“

Der Klopfversuch gelingt allerdings nicht, auch die Modifikation von Tarchanoff nicht, wenn sie sogleich nach der Durchschneidung vorgenommen wird; wartet man dagegen 10—15 Minuten, so tritt nach Reizung der Eingeweide Herzstillstand ein.

Die Versuche von Heinemann lassen direkt nach Eröffnung der Bauchhöhle öfters im Stich. Sehr prompt treten dieselben ein, bemerkt Tarchanoff[52]), wenn man nach Freilegung der Eingeweide ein Weilchen wartet, bis das die die Organe umgebende Peritoneum leicht entzündet ist und dann die betreffende Reizung vornimmt.

Durch diese Methode wird ganz exakt nachgewiesen, dass die Eingeweidenerven und hauptsächlich deren Endausbreitung im Peritoneum das reizvermittelnde Organ sind. Sie ist auch frei von jeglichem Einwand, dass eine Beeinträchtigung des Herzens oder der Medulla oblongata durch Commotion statthabe.

Ausser den Eingeweidenerven sehen wir also noch eine Quelle für den Goltz'schen Klopfversuch in den Nerven des Peritoneums. Dafür spricht auch das Gelingen desselben nach vollständiger Entfernung der Eingeweide durch eine seitliche Oeffnung.

Dies ist in kurzem, was in der Literatur hierüber angegeben ist. Wir fanden nun, dass sowohl der sensiblen Fläche, von der reflektorischer Herzstillstand erzielt werden kann, als auch dass der Zahl der Reizformen ein weit grösseres Gebiet einzuräumen ist.

Beginnen wir mit den Versuchen, die wir an den Bauchorganen anstellten, denn von hier wurde ja die erste Anregung gegeben. Vom Magen und Darm haben, wie bereits erwähnt, Goltz und Heinemann zuerst reflektorischen Stillstand des Herzens nachgewiesen. Doch wir forschten weiter, um zu sehen, ob sich alle Stellen an diesen Organen gleich verhielten. Aus den zahlreichen Versuchen, die wir, alle mit Berücksichtigung der Modifikation von Tarchanoff anstellten, — nämlich erst entzündliche Reizung des Peritoneums eintreten zu lassen — sind wir geneigt, die Pylorusstelle als die empfindlichste Partie zu bezeichnen. Denn sehr oft gelang der Reflex von dieser Stelle aus, während er an anderen Teilen des Magens und auch des Darmes noch fehlte. Der Darmtraktus selbst erwies sich in den oberen und mittleren Partien viel reizbarer als in den unteren. Nebenbei sei bemerkt, dass wir uns bei diesen mechanischen Reizversuchen einer gewöhnlichen Pincette mit etwas breiteren Branchen bedienten.

Einblasen von kalter Luft auf die Innenfläche des Magens hatte in einigen Versuchen Erfolg, in anderen nicht,

und sprechen wir uns darüber nicht entschieden aus. Dagegen erwies sich Aufblähung des Darmkanals mit Luft durch eine feine Glaspipette mit Kautschukballon immer als erfolgreich, und führen wir den Herzstillstand auf Zerrung der sensiblen Fasern zurück.

Injektion von kaltem Wasser bringt ebenfalls reflektorische Herzlähmung zuwege, Wasser von gewöhnlicher Temperatur nicht. Natürlich muss darauf geachtet werden, dass die Einführung ohne Zerrung des Darmes vor sich geht, was bei der Kleinheit der Teile gelegentlich vorkommen kann.

Dass man sich bei diesen Versuchen besser der männlichen Frösche bedient, brauchen wir wohl kaum zu erwähnen, da bei den weiblichen Fröschen wegen der Eierstöcke meistens sich die Verhältnisse nicht so gut übersehen lassen.

Sehr schön kommt das Aufhören des Herzschlages zustande bei Kneifen der Milz, weniger prompt bei Reizung der Nieren. Dieses mag zum guten Teil in der Lage der Organe seinen Grund haben. Denn die Milz ist besser dem entzündlichen Luftreiz ausgesetzt bei geöffneter Leibeshöhle als die von den Därmen überlagerten Nieren. Schlägt man die Därme nach einer Seite zurück und bringt die Niere so mehr an das Tageslicht, das heisst, setzt man sie mehr dem Luftreiz aus, so versagt das Kneifen selten seine Wirkung. Abnehmen der Herzschläge ist die Regel. Bei gleichzeitigem Kneifen beider Nieren, gewinnt der Versuch an Sicherheit. Die Harnblase auf diesem Wege mechanisch zu reizen, zeigten sich Schwierigkeiten. Kneifen hatte keinen Erfolg; dagegen gelang es durch schnelles Aufblasen der Harnblase Einfluss auf die Herzthätigkeit nachzuweisen. Verlangsamung und öfters trat Stillstand des Herzens ein. Zum Aufblasen bedienten wir uns wiederum der Glaspipette mit Kautschukballon, das Aufblähen selbst muss aber plötzlich erfolgen, ein Umstand, der für die Zerrung der sensiblen Fasern spricht.

Bei mechanischer Reizung der Ovarien hat Heinemann schon früher reflektorische Herzlähmung beobachtet, und haben wir davon Abstand genommen, da sich unsere weiblichen Frösche wegen der Jahreszeit nicht gut dazu eigneten.

Anderseits können wir als Ersatz von den Männchen anführen, dass Kneifen des Hodens ebenfalls Herzstillstand hervorruft, und sahen wir gleichzeitig die Atmung gehemmt. Beiderseitige gleichzeitige Hodenreizung erwies sich ebenso wie bei den Nieren wirksamer. Unter den vielen, zu den Versuchen verwendeten Fröschen befand sich einer mit nur einem Hoden, und zwar dem linken. Derselbe war im Vergleich zu dem anderer Tiere ziemlich hypertrophisch und zeichnete sich durch grosse Reizbarkeit aus.

Der durch Hodenreizung hervorgerufene Herzstillstand dürfte ein Analogon sein zu den in der Literatur mitgeteilten Fällen, wo bei Menschen Hodenquetschung oder Fall auf denselben zu Herzshock führte.

Durch die mechanische Erschütterung beim Klopfversuch entsteht, wie Goltz[53]) in seiner wertvollen Arbeit über den Tonus der Gefässe nachwies, eine vorübergehende Lähmung des Tonus der Gefässe sowohl der Arterien als auch der Venen. Durch diese Thatsachen sind die Erscheinungen des Shocks erklärt, zumal wenn wir noch der Experimente von Bever und v. Bezold[54]) Erwähnung thun, dass nämlich nach Durchschneidung der Splanchnici eine Menge Blut dem Körperkreislaufe genommen wird und in den gelähmten und erweiterten Unterleibsgefässee verbleibt. So können wir die wesentlichen Momente des Shocks mit den Worten H. Fischers[65]) definieren: „Als eine durch traumatische Erschütterung bewirkte Reflexlähmung der Gefässnerven, besonders des Splanchnikus."

Von Verletzungen sind es meist solche mit stumpfer Gewalt, Tritt gegen den Bauch, Prellschüsse, Fall. Vor allen rufen Insulte des Skrotums leicht Shock hervor,

so verursacht nicht selten Wurf mit einem Ball gegen den Hoden tiefen Shock. H. Fischer teilt einen Fall mit, dass ein starker Mann, den ein wildgewordenes Pferd in die Testikel biss und sie längere Zeit mit den Zähnen quetschte, einige Stunden nach dieser Verletzung in schwerstem Shock stark. Von einem anderen Falle berichtet Schlesier[56]). Bei einem Streite wurde einem Individuum heftig am Skrotum gegriffen und gezerrt, worauf es laut aufschreiend hinfiel. Convulsionen bekam und sogleich starb. Der Hoden zeigte nichts Abnormes, der Nebenhoden war blutig imbibiert.

Sodann dürfte ein Hinweis von Soltmann[57]) von Bedeutung des Inquinaltestikels hier am Platze sein. Die Hodenretention könne nervöse Erscheinungen zur Folge haben, wie Eklampsia infantum, periphere Epilepsie, Hysteroepilepsie, Chorea und sollen diese motorischen Reizerscheinungen reflektorisch „durch plötzliche Lageveränderung bei forciertem Exspirationsdruck" ausgelöst werden.

Dass anderseits Drücken des Hodens „quasi als Heilmittel bei Convulsionen" gelten kann, besagt eine Beobachtung von P. Foet[58]). Einen des Bewusstseins beraubten Mann, der sich in den heftigsten Convulsionen befand, dessen Empfindlichkeit am ganzen Körper abgestumpft war, gelang es Foet durch ziemlich kräftigen Druck auf die Hoden, fast zu sofortigem Bewusstsein zurückzubringen.

Reizung des Pankreas erwies sich fast stets erfolglos, und sahen wir nur einmal von diesem Organ Herzstillstand eintreten.

Es erübrigt noch von den Eingeweiden durch deren Reizung Herzlähmung verursacht werden kann, von den Bauchorganen der Leber und der Gallenblase Erwähnung zu thun. Ueber die Leber hat Heinemann in seiner schon öfters erwähnten Arbeit berichtet. Indessen können wir nach zahlreichen Versuchen nicht ohne weiteres zugeben, dass mechanische Reizung der Leber reflektorischen Stillstand des Herzens konstant hervorruft. Uns ist der Versuch ebenso oft missglückt als geglückt,

Als einen konstanten Versuch von allen mechanischen Reizen, durch welche Herzstillstand bewirkt werden kann, können wir den von der Gallenblase aus anführen. Lässt man den aufgespannten Frosch mit geöffneter Leibeshöhle etwa 10 –15 Minuten liegen unter Freilegung der Gallenblase, indem man den mittleren Leberlappen etwas beiseite schiebt, so versagt das Kneifen der Gallenblase oder des Gallenblasenhalses wohl niemals seine Wirkung. An diesem Organ hat die Reizung, auch wenn sie öfters ausgeführt wird, noch Herzstillstand zur Folge, ohne dass man bei jedem Versuche andere Stellen zu wählen braucht.

Dieser Versuch schien uns auch insofern interessant, als er geeignet ist, eine Parallele zu ziehen zwischen dieser Erscheinung und der Beobachtung am Krankenbette, dass durch Einkeilung von Gallensteinen in den Gallengängen öfters Herzshock eintrat. Gelangen nämlich die Gallensteine in den ductus cysticus und übertreffen sie an Grösse sehr das Lumen, so kommt es zur Leber- oder Gallensteinkolik. Die Schleimhaut des Ganges wird sehr irritiert, die Patienten haben grosse Schmerzen, verbunden mit Muskelkontraktionen. Nicht selten wird dann der Puls schwach und verlangsamt. Ja, bei empfindlichen Individuen kommt es zu Reflexkrämpfen, Ohnmachten und wurde in einigen Fällen Eintreten des Todes beobachtet.

Wir haben bisher von der Reizung der Baucheingeweide gesprochen. Gehen wir nun zu den Brustorganen über, wenn auch keine strenge Sonderung beim Frosche möglich ist. Vorher wollen wir noch erwähnen, dass man durch Beträufeln der Eingeweide mit einigen Tropfen Krotonöl ihre Reizbarkeit steigern kann.

Von den reflektorischen Verhältnissen der Lunge zum Herzen haben wir für unsere Versuchstiere in der Literatur nichts dies bezügliches gefunden.

Ueber die Erscheinungen, welche man am Blutdruck und Herzschlag an Säugetieren beobachtet, wenn man dieselben komprimierte Luft atmen lässt, sind eingehende Untersuchungen von Einbrodt[59]) und von Hering[60])

gemacht worden. Einbrodt, welcher seine Versuche an Hunden anstellte, wandte positiven Druck an, indem er die mit dem Lungenraume des Tieres communicierende Luft unter erhöhte Spannung brachte. Hering wandte bei seinen Versuchen, die er ebenfalls an Hunden ausführte, keine komprimierte Luft an, sondern suchte durch Ausdehnen der Lunge ihr mehr weniger die Form der spontanen Inspiration zu geben. Die Erhöhung des Druckes war daher bei ihm nur mässig (30 mm. — Einbrodt — 147). Aus den Experimenten von Einbrodt ergiebt sich, dass in den meisten Fällen erhöhter Luftdruck eine Verminderung der Herzschläge mit schliesslichem Herzstillstand bewirkt. Diese Erscheinung sucht Hering, dessen Untersuchungen dem gegenüber einen scheinbaren Widerspruch enthalten, durch die Art der Ausführung der Versuche zu erklären. Bei Hering war die Drucksteigerung eine schonende und allmälig ansteigende, da sie meist durch die Lungenluft des Experimentierenden hervorgebracht wurde, während bei Einbrodt das Aufblasen der Lunge wahrscheinlich ein sehr schnelles war, denn nach Oeffnung des Hahns der Flasche mit komprimierter Luft musste diese mit grosser Gewalt einströmen.

Dies veranlasste natürlich eine Zerrung des Lungengewebes, auch in den Fällen, wo der Druck an und für sich nicht hoch war. „Diese, sozusagen unnatürliche Zerrung des Lungengewebes, schreibt Hering, wie sie durch zu schroffe oder zu weitgehende Aufblasung der Lunge herbeigeführt wird, hat aber vielleicht einen ganz anderen Einfluss auf die Schlagfolge des Herzens als eine schonende, den Vorgang bei der natürlichen Inspiration imitierende Aufblasung."

Vergleichen wir nun hiermit unsere Versuche, die wir an Fröschen anstellten. Wegen der Kleinheit der Organe und der Schwierigkeit, welche die Lufteinblasung durch die Trachea darbot, wurde von komplicierten Apparaten abgesehen und einfach folgendermassen verfahren. Die Frösche wurden in der gewöhnlichen Weise aufgespannt

und das Herz soweit freigelegt, als zur Beobachtung genügte. Alsdann wurde eine Glascanüle mit feiner Spitze durch den Thorax in die Lungengegend eingestossen und allmälig Luft eingeblasen. In den meisten Fällen trat dann zunächst eine geringe Vermehrung der Herzschläge auf, bei fortgesetztem anhaltendem Druck eine Verlangsamung. Zu einem eigentlichen Stillstand kam es nicht. Um nun die Lungen ziemlich schnell mit verhältnismässig hohem Druck aufzublasen, wurde die Glascanüle mit einem mit Luft angefüllten Kautschukballon in Verbindung gesetzt und die Luft plötzlich in die Lungen eingepresst. Es trat zugleich unter Auftreibung des ganzen Thorax Herzstillstand ein. Dann schlug das Herz trotz fortgesetzten Einblasens von Luft weiter, und war der Rhythmus gleich dem vor dem Versuch. Um zu vermeiden, dass auf die Lungen von der Thoraxwand ein Druck ausgeübt würde, wurden dieselben Versuche angestellt nach Freilegung des Herzens und der Lunge. Das Resultat bei mässiger allmäliger Aufblähung war erst geringe Beschleunigung, dann etwas Verlangsamung. Strömte die Luft sehr schnell ein, so dass die Aufblähung plötzlich erfolgte, so war das Ergebnis Herzstillstand von 2—3 Sekunden. Dann arbeitete das Herz wieder ruhig weiter trotz fortgesetzten Einblasens.

Wir wollen nicht unterlassen, zu bemerken, dass wir nach Einstechen der Canüle einige Zeit vergehen liessen, um dem Einwande einer direkten Reizung zu entgehen.

Diese Beobachtungen veranlassen uns, den Herzstillstand lediglich auf Zerrung des Lungengewebes, somit auf Reizung der sensiblen Lungennerven zu beziehen. Ein weiterer Versuch zeigte uns, dass Kneifen der Lungen, nachdem sie einige Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt gewesen, mit Daumen und Zeigefinger ebenfalls Ruhe des Herzens in Diastole zur Folge hat. Oefters gelang es auch, dieselbe durch Kneifen mit der Pincette mehr am Lungenhilus herbeizuführen. Geringe Reize, so Streichen mit einem Schwämmchen, erwiesen sich als erfolglos. Der

Versuch der Reizung (des Kneifens) am Lungenhilus scheint dafür zu sprechen, dass an diesem Organ die Nervenstämmchen reizbarer sind als an anderen Organen. (Z. B. Mesenterialnervenstämmchen.)

Liegen die Frösche längere Zeit aufgespannt, mit mässig ausgedehnten Lungen, ohne dass ein sonstiger Eingriff vorher geschehen war, so konnte durch leichtes Drücken der äusseren Thoraxwand mit den Fingern das Herz in vielen Fällen zum Stillstande gebracht werden. Dasselbe gelang auch öfters nach Ausschneidung der Lunge, welcher Umstand uns veranlasste, die jetzige Ursache zu ermitteln, denn ein direkter Druck auf das Herz war auszuschliessen, da hierauf sehr geachtet wurde. Zu diesem Zwecke wurden alle Bauch- und Brusteingeweide entfernt mit möglichster Schonung des Herzens. Der Oesophagus wurde unversehrt gelassen, soweit ihn das Herz bedeckte. Kneifen des noch vorhandenen Oesophagus mit der Pincette bewirkte ebenfalls Lähmung des Herzens. Wir schliessen daraus, dass bei dem vorhin erwähnten Experiment, wir wollen es „Druckversuch" nennen, nicht nur die Lungen, sondern auch der Oesophagus beteiligt ist.

Einen hierher gehörigen Versuch haben wir noch nachträglich zu erwähnen. Legt man die Baucheingeweide der einen Seite auf die andere und macht sich so die hintere Bauchwand zugänglich, so kann man durch längeres Streichen mit einem Schwämmchen dieser hinteren inneren Fläche Aufhören der Pulsation bekommen. Derselbe ist lediglich durch Reizung der Peritonealnerven bedingt.

Von elektrischer Erregung der betreffenden Organe wurde Abstand genommen, da dieselbe bei der Kleinheit der Organe leicht durch Stromesschleifen zu Irrtümern Veranlassung geben kann. Mehr Erfolg versprachen wir uns von der „unipolaren Reizmethode", die bisher noch nicht angewendet worden ist. Wir bedienten uns der von Tiegel angegebenen Vorrichtung. Es trat aber in keinem Falle, auch nicht bei grösster Intensität, weder bei normalen Fröschen noch bei solchen, deren Reflexerregbarkeit durch

leichte Strychninvergiftung erhöht war, eine Wirkung auf die Herzthätigkeit ein. Von der Annahme ausgehend, dass vielleicht ein zu kleiner Teil ableitend erregt würde, vertauschten wir die Polspitze mit einer „Polfläche“ (= abgeplattete Spitze), aber auch jetzt konnten wir keine Veränderungen in den Pulsationen wahrnehmen. In diesem Falle muss man sich vor gleichzeitiger Druckwirkung in acht nehmen.

So glauben wir von allen Organen der Visceralhöhle dargethan zu haben, dass durch ihre mechanische Erregung reflektorischer Herzstillstand hervorgebracht werden kann, und finden wir in allen Fällen den Sympathikus mit seinen Verzweigungen als die gesuchte centripetale Bahn. Daher dürfte es nicht fern liegen, seine Innervationsverhältnisse hier zu berühren.

„Das sympathische System nimmt (nach Ecker) seinen Anfang beim Gasser'schen Ganglion, aus dem jederseits ein Fädchen entspringt, welches parallel mit der Längsachse des Gehirns und zugleich der Innenwand der Hörkapsel enge angeschmiegt, nach rückwärts läuft, um sich in den austretenden Vagus einzusenken und mit ihm die Schädelhöhle zu verlassen. Nachdem er jenseits vom Ganglion der Nervi Vagi wieder frei geworden, zieht er parallel der Wirbelsäule nach hinten.“

Nach vielfacher Ganglienbildung mit Fasern des Hypoglossus und den Spinalnerven tritt der Sympathikus mit den Herzganglien und den Vagusfasern in Beziehung. Der Grenzstrang begleitet die Aorta abdominalis, umspinnt deren Aeste und gelangt so zu allen Eingeweiden der Bauchhöhle, indem er sich durch Plexusbildung auszeichnet, vorzüglich am Magen und Darm. Sodann wird ein Plexus hepaticus, renalis, genitalis, hæmorrhoidalis und vesicalis unterschieden.

Als centrifugale Bahn erweist sich der Vagus, denn nach beiderseitiger Ligatur respektive Durchschneidung bleiben die Versuche ohne Resultat.

Unwillkürlich drängt sich einem die Frage auf, wie verhält sich das Froschherz während der Reizung selbst, und hat es überhaupt Empfindung? Der Vagus ist ja der einzige Herznerv beim Frosch. Valentin[61]) spricht die „Vermutung“ aus, dass der Froschvagus ausser centrifugalen auch centripetale Fasern habe, beweisen lasse es sich nicht. Nach Milne Edward's[62]) Mitteilungen ist das Herz unempfindlich gemäss Untersuchungen von Harvey am Grafen Montgomery, bei welchem zufolge einer früher erlittenen linksseitigen Verletzung das Herz unbedeckt dalag, indem die Wunde nur an den Rändern vernarbt war. Das Herz konnte berührt werden, ohne dass Montgomery von der Betastung etwas empfand. Virchow[63]) sprach sich auch verneinend aus, ebenso Schiff. Hingegen tritt Budge[64]) ganz entschieden „für“ die Empfindlichkeit ein, denn er beobachtete öfters nach Durchschneidungen des Herzens und Kneifen der Vorhöfe Empfindungsäusserungen. Er bezeichnet den Vagus als sensiblen Herznerv. Die Versuche von Budge sind allerdings nicht konstant, indessen sagt Goltz[65]): „Bei solchen Versuchen müssen vereinzelte positive Resultate mehr ins Gewicht fallen als die Masse der negativen.“ Die Empfindlichkeit des Herzens ist stumpf, aber dass eine solche vorhanden, zeigt der Versuch von Goltz[66]) sehr deutlich. Nach Freilegung des Herzens und Aufschneiden des Herzbeutels hebt er die Spitze in die Höhe, um durch Spaltung des Perikardfortsatzes die hintere Vorhofseite sichtbar zu machen. Einige Zeit nach diesen Eingriffen betupft er durch einen in Essigsäure getauchten Pinsel die Stelle, wo die Hohlvenen in den Sinus einmünden, das Tier schreckt plötzlich zusammen, es dreht und windet sich vor Schmerz. Anwendung eines Glüheisens erwies sich, wenn auch weniger, ebenfalls erfolgreich. Nach beiderseitiger Vagusdurchschneidung hatte die Säurereizung keine Wirkung, wohl bei einseitiger. Mit Hülfe dieser letzten Beobachtung, verbunden mit der Erfahrung, dass einseitige Vagusreizung zur Erzielung des Herzstillstandes genügt,

— von Volkmann zuerst angegeben — erforschte Goltz das Verhalten der Sensibilität während der Vagusreizung. Essigsäurebepinselung des Herzens an der bezeichneten Stelle erwies sich auch während der Hemmung erfolgreich.

Ueber Reizung des Sympathikus sei kurz erwähnt, dass die hervorragendsten Forscher zu entgegengesetzten Resultaten kamen. Eine Zunahme der Herzschläge nach elektrischer Reizung beobachteten Burdach[67]), Budge[68]), Henle, Cl. Bernard, dagegen R. Wagner[69]) eine Abnahme. Moleschott[70]) bediente sich des Apparates wie bei der Vagusreizung und teilte in 8 Tabellen seine Versuche mit, aus denen hervorgeht, dass der Grund der verschiedenen Resultate in der Stärke respektive Schwäche des angewandten Reizes zu suchen ist wie bei der Vagusreizung. Während diese Forscher centrifugal reizten, erhielt Heinemann bei centripetaler Reizung des Grenzstrangs vom 4. Rückenwirbel an abwärts stets diastolischen Stillstand. Die Ausführung des Versuches misslang, wenn das Rückenmark auf der Strecke durchschnitten war, welche bestimmt ist durch die Linie, welche die Lobi optici von der Medulla oblongata trennt und die Linie, wo der 4. Rückenmarksnerv entspringt.

Fragen wir uns weiter, was ist überhaupt nötig, damit der Goltz'sche Klopfversuch noch stattfinden kann? Eine präcise Antwort finden wir in den Versuchen von Schrader. Dass der Klopfversuch ohne Grosshirn ablaufe, hatte Goltz bereits angegeben. Heinemann[71]), Bernstein, Eckhard gaben nähere Grenzen an. Mehr systematisch und genauer ging Schrader[72]) vor. Er bediente sich der White'schen Bohrmaschine, in die ein kleiner Kugelbohrer eingesetzt wurde, vermöge dessen es ihm gelang: „die Knochen des Schädeldaches bis auf die Tabula vitrea gewissermassen abzureiben." Schrader vermied so erstlich die gänzliche Entblössung des Gehirns, und zweitens war die Schnittführung durch das von der Tabula vitrea noch bedeckte Gehirn bedeutend sicherer. Hierauf wurden an den einzelnen Fröschen Querschnitte durch das Gehirn,

Medulla oblongata und spinalis ausgeführt. Die so operierten Tiere liess Schrader sich sozusagen vom Schrecken erholen und stellte dann am nächsten Tage den Goltz'schen Klopfversuch an, dem er die Tarchanoff'sche Modification gleichsam als Kontrolle anschloss. Schrader gelangt zu folgenden Resultaten:

1. „Die Fortnahme des Gehirns bis zur Grenze zwischen Corpora bigemina einerseits und Kleinhirn und Medulla anderseits hat keinen Einfluss auf die Herzthätigkeit. Der Klopfversuch wird dadurch nicht gestört.

2. Die Abtrennung des Kleingehirns hat ebenfalls keinen Effekt.

3. Die vollständige quere Durchtrennung der Medulla oblongata in ihrem oberen Drittteil bis zu einer Linie, welche einen halben Millimeter vor dem Ursprunge der obersten Vaguswurzel quer über die Medulla verläuft, hindert nicht das Zustandekommen des Vagusreflexes. In mehreren Fällen wurde aber als unmittelbare Folge der Durchschneidung Herzstillstand in Diastole beobachtet, in anderen nicht.

4. Alle Durchtrennungen, welche zwischen der oben angegebenen Grenze und dem Abgange des 4. Rückenmarksnerven ausgeführt wurden, verhinderten des Zustandekommen des Klopfversuchs in allen seinen Formen. Die Durchschneidungen selbst hatten fast regelmässig diastolischen Stillstand zur Folge, so lange sie in der Höhe des Vaguseintrittes ausgeführt wurden, nach unten zu wird dieser Erfolg seltener

5. Unterhalb der Eintrittsstelle des 4. Rückenmarksnerven haben quere Durchtrennungen der Medulla spinalis keinen Einfluss mehr, weder auf das Zustandekommen des Vagusreflexes noch auf die Herzthätigkeit."

So wäre gleichzeitig die obere Grenze des Vaguscentrums endgültig bestimmt, die untere ist bisher noch nicht gefunden. Gelänge es, einen sensiblen Kopfnerven aufzufinden, der konstant Herzstillstand zur Folge hätte, so wäre auch die untere Grenze für das Vaguscentrum in ähnlicher Weise leicht zu bestimmen. Unsere Versuche,

die wir daraufhin anstellten, scheiterten. Doch wollen wir nicht unterlassen hinzuzufügen, dass nach Entfernung des Unterkiefers mit gleichzeitiger Durchschneidung des Lingualis und Hypoglossuss durch Klopfen des übrigen Kopfteils nach Art des Klopfversuches öfters Herzstillstand zur Beobachtung kam. Eckhard[73]) giebt an, nach zahlreichen Schnitten in den Thalamus opticus diastolische Herzruhe erhalten zu haben. Vielleicht ist es möglich, dass durch das Klopfen eine ähnliche Wirkung im Thalamus hervorgebracht wird.

Doch, wie gesagt, wagen wir nicht aus dem öfteren Stillstand einen sicheren Schluss zu ziehen. Denn wie sehr man sich vor Täuschungen in acht nehmen muss, geht daraus hervor, dass man bei leicht erregbaren Fröschen Herzstillstand beobachten kann, wenn man das Brett, auf welchem die Tiere aufgespannt sind, an einer Seite etwas in die Höhe hebt und dann auf den Tisch auffallen lässt oder mit einem Hammer etwas kräftig auf den Tisch schlägt.

Schallempfindung und infolgedessen Stillstand durch Schreck in dem letzteren Falle ist ausgeschlossen, denn die Versuche, bei Schalleinwirkung auf das Gehörorgan des Frosches Veränderungen in der Herzthätigkeit wahrzunehmen, missglückten. Weder schwache Geräusche — Stimmgabel — noch starke — Zerschlagen von Zündhütchen — thaten der Herzaktion Eintrag.

Schliesslich wollen wir an dieser Stelle noch einer Beobachtung Raum gönnen. Betrachtet man einen mit geöffneter Leibeshöhle längere Zeit so daliegenden Frosch, so sieht man gelegentlich, ohne jeden äusseren Eingriff, plötzlich Bewegungen des ganzen Tieres, die wir „Befreiungsversuche“ nennen wollen. Herz und Atmung stellen einen Moment ihre Thätigkeit ein, kurz nachher alles wie zuvor. Diese „Befreiungsversuche“ konnten wir öfters willkürlich hervorrufen, indem wir beide Extremitäten unterhalb der gewöhnlichen Befestigungsligaturen nach oben umbogen, ohne sie jedoch zu brechen. Durch etwaige mechanische Reizung der Eingeweide, indem dieselben das

Aufspannungsbrett berühren und während der Bewegungen gezerrt werden, wird die Beobachtung nicht erklärt, da sie auch bei solchen Fröschen gemacht wird, deren Eingeweide in der geöffneten Bauchhöhle verbleiben. Man könnte allenfalls eine Reizung der Intestina unter einander annehmen, welche den Herzstillstand bewirkt.

Die Anregung zu obiger Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Goltz, und spreche ich ihm für seine liebenswürdige Unterstützung meinen verbindlichsten Dank aus.

Literatur.

1. Cartesius Opera philosophiæ. Tractatus de Homine sec. pars p. 161. Frankfurt 1692.

2. Galeni opera ed. Kühn. De anatomicis admistrationibus. Leipzig 1821.

3. Borelli de motu animalium. De causis cordis efficientibus. P. II. Cap. VI. Neapoli 1734.

4. Willis Thomæ. Cerebri anatome p. 195. Amstelodi 1683.

5. Lower. Tractatus de corde Lugd. Batav. 1740.

6. Senac Traité de la structure du cœur, de son action et de ses maladies. L. IV. Chap. VIII. p. 124 et 126. Paris 1777. II.

7. Eodem loco. Chap. IX. p. 147.

8. Halleri elementa physiologiæ corporis humani. Lausannae 1762.

9. Flourens. Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. Mouvement de locomotion. p. 37. Paris 1842.

10. Lancisius de motu cordis et aneurysmatibus p. 34. 35. Lugd. Batav. 1740.

11. Winslow. Exposition anatomique de la structure du corps humain. Paris 1732. III. p. 317.

12. Legallois. Oeuvres de Legallois. Paris 1824. I. p. 16 seq.

13. Wilson, Philip. Ueber die Gesetze der Funktionen des Lebens. A. d. Engl. v. J. v. Sontheimer. Stuttgart 1822 (Citiert nach Burdach's Physiologie).

14. Clift. Deutsches Archiv für die Physiologie von Meckel. Halle 1815—23 (Citiert nach Burdach).

15. A. v. Humboldt. Ueber die gereizte Muskel und Nervenfaser. II. p. 342. Berlin 1797.

16. Fowler und Monros. Abhandlung über tierische Elektricität und ihren Einfluss auf das Nervensystem (Citiert nach Burdach). Leipzig 1796.

17. Longet. Anatomie et Physiologie du système nerveux. II. p. 519. Leipzig 1849.

18. Budge. Untersuchungen über das Nervensystem. p. 29. Frankfurt 1842.

19. Budge. Archiv für physiolog. Heilkunde V. p. 336. 1846.

20. Breventani in Bologna. Schmidts Archiv. Fortschritte der ges. Medicin. B. VI. p. 2. 1835.

21. Eduardi et E. H. Weberi. Experimenta, quibus probatur nervos Vagos .... Annali Universitati de medicina. Vol. C. XVI. p. 227. Mailand 1845.

22. Budge. Archiv f. physiolog. Heilkunde V. p. 576.

23. Bichat. Recherches physiologiques sur la vie et la mort. p. 2. Paris 1844 (1800).

24. Joh. Müller. Handbuch der Physiologie des Menschen. II. Koblenz 1840.

25. Schiff. Experimentelle Untersuchungen über die Nerven des Herzens. Archiv f. physiol. Heilkunde. VIII. p. 211. 1849.

26. Pflüger. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin. Experimentalbeitrag zur Theorie der Hemmungsnerven. p. 13. 1859.

27. Schiff. Schmidt's Archiv. Vermehrung der Herzschläge durch elektromagnetische Reizung der Vagusnerven. L. XXII. p. 146.

28. Moleschott. Untersuchungen VIII. p. 401. Giessen 1861.

29. Hufschmid und Moleschott. Untersuchungen. VIII. Nr. III. p. 52, Nr. XXVII. 572.

30. v. Bezold. Archiv für Anatomie und Physiologie. p. 143. 1862.

31. Rosenthal. Die Atembewegungen und ihre Beziehungen zum Vagus. p. 258—260. Berlin 1862.

32. Brown-Sequard. Journal de la physiologie V. p. 124-135. IV. Critique de la théorie de l'arrêt appliquée au nerf vague. Paris 1862.

33. Eckhard. Experimentalphysiologie des Nervensystems p. 193, 195. Giessen 1865.

34. Pflüger. Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn. p. 3 u. 4. 1865.

35. Schiff-Moleschott. Untersuchungen. p. 58. 1865; p. 189. 1873.

36. Schmiedeberg. Bericht der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Untersuchungen über einige Giftwirkungen am Froschherzen. Leipzig 1870. p. 130.

37. Truhardt. Ein Beitrag zur Nikotinwirkung. Diss. Dorpat. 1869.

38. Traube. Allgem. medic. Centralzeitung Nr. 103. p. 822. 1862. Ges. Beiträge zur Pathologie und Physiologie. I. p. 302. 1871.

39. Ecker. Anatomie des Frosches. p. 55. Braunschweig 1881.

40. Meyer-Schmiedeberg. Bericht der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Untersuchungen über einige Giftwirkungen am Froschherzen. p. 130. Leipzig 1870.

41. Eckhard. Beiträge zur Anatomie und Physiologie. VII. p. 191. 1873.

42. Engelmann. Pflüger's Archiv für Physiologie XI. p. 465-480. 1875. Ueber die Leitung der Erregung im Herzmuskel.

43. Goltz. Virchow's Archiv XXI. p. 195.

44. Stannius. Zwei Reihen physiologischer Versuche. Müller's Archiv. p. 85. 1852.

45. Goltz. Virchow's Archiv. XXI. p. 193.

46. Goltz. Eodem loco. XXVI. p. 11.

47. Budge. R. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie. B. III. p. 413. Der sympathische Nerv.

48. C. Heinemann. Allgem. med. Centralblatt Nr. 66, p. 526. 1862. Ueber den Einfluss des N. sympathicus auf die Bewegung des Herzens beim Frosch.

49. Bernstein. Müller's Archiv 1864. Untersuchungen über den Mechanismus des regulatorischen Herznervensystems.

50. Paolini. Schmidt's Jahbürcher 136. p. 8.

51. J. Bernstein. Centralblatt für die mediz. Wissenschaften. Nr. 52. p. 817. 1863.

52. Tarchanoff. Archiv der Physiologie norm. et pathologique. Nouveau moyen d'arrêter le cœur de la grenouille. p. 498—499. Paris 1875.

53. Goltz. Virchow's Archiv. XXVIII. p, 428. Ueber den Einfluss des Centralnervensystems auf die Blutbewegung u. XXVIII. p. 394. Ueber den Tonus der Gefässe und seine Bedeutung für die Blutbewegung.

54. Bever und Bezold. Beiträge zur Lehre von den Herz- und Gefässnerven. Auszug in Schmidt's Jahrbüchern der gesamt. Medizin. p. 10, 1867.

55. H. Fischer. Ueber den Shock. Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge Nr. 10. Leipzig 1870.

56. Schlesier. Casper's Wochenschrift. 1842.

57. Soltmann. Ueber Folgen und Heilung des Inquinaltestikels. Jahrbücher für Kinderheilkunde XXVII. p. 243.

58. P. Foet. Attaque d'hystérie chez un homme, traitée et guérie par la compression des testicules. Gazette hebdom Nr. 50. 1874.

59. Einbrodt. Sitzungsbericht der Wiener Akademie. p. 361. XL. 1860.

60. Hering eodem loco. XLIV. 2. p. 333. 1871.

61. Valentin. Lehrbuch der Physiologie. II. p. 405.

62. Milne Edwards. Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. T. IV. p. 15 et 134. Paris 1859.

63. Virchow. Gesammelte Abhandlungen. p. 230 u. 723. Frankfurt 1856.

64. Budge. Wagner's Handwörterbuch. III. p. 435.

65. Goltz. Virchow's Archiv. XXVI. 4.

66. Goltz eodem loco. p. 6.

67. Burdach. Physiologie als Erfahrungswissenschaft. p. 464. Leipzig 1832.

68. Budge in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. B. III. Sympath. Nerv.

69. Wagner eodem loco.

70. Moleschott. Untersuchungen. VIII. p. 36. Untersuchungen über den Einfluss des Sympathikus auf die Häufigkeit des Herzschlages. (Nauwerk).

71. Heinemann. Allgem. med. Centralblatt 1862. Nr. 66.

72. Schrader. Ueber das Hemmungscentrum des Froschherzens. Strassburg 1886.

73. Eckhard. Herzangelegenheiten. B. VIII. 1879.